

AUTOMATED SHOOTING RANGE FOR AIR PISTOLS

Martin Radvanský

Secondary School of Electrical Engineering and Information Technology (2), SPŠEIT Brno, Purkyňova 97

E-mail: martin@radvansky.cz

Supervised by: Jaroslav Nesvadba

E-mail: jaroslav.nesvadba@sspbrno.cz

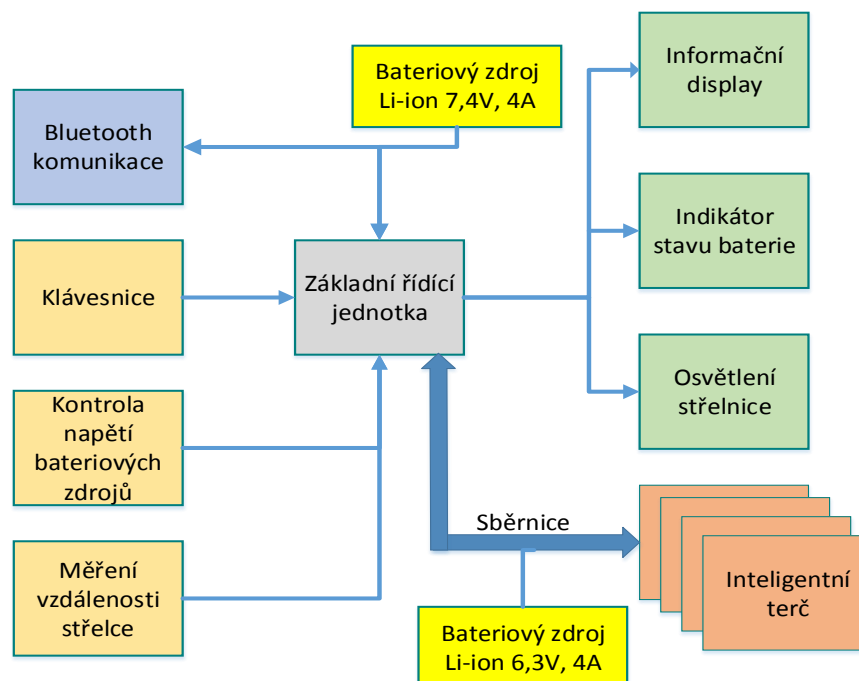
Abstract: This work deals with the design and manufacture of the device, which is used as a shooting range to practice shooting with an air gun. The device is controlled by the Arduino MEGA and could be connect to any number of smart targets. It is designed to be easily portable, comfortable to use, to enable multiple modes of activity and support several of shooters. The secondary aim is also to ensure the attractiveness of the firing for shooters.

Keywords: Microcontroller, smart target, Arduino, multidevice communication, target practice

1. ÚVOD

Při nácviu střelby vzduchovou pistolí, se stává tato činnost postupem času velmi stereotypní. Běžné střelnice používané ke střelbě jsou řešeny jako statické prvky (v případě papírových terčů) nebo otočné (kolem jedné osy) napodobeniny zvířat. Cílem této práce je navrhnout a realizovat automatizovanou střelnici pro vzduchovou pistolí, která by do tréninku vnesla určité dynamické prvky.

Navrhovaná střelnice je tvořena dvěma základními moduly. V první řadě se jedná o vlastní střelnici obsahující všechny nezbytné ovládací prvky pro komunikaci s uživatelem, zdroje a datovou sběrnici a řídicí jednotku. Druhou součástí je inteligentní terč, který se připojuje na datovou sběrnici střelnice, ze které čerpá napájení a komunikuje s nadřazeným systémem. Zařízení je koncipováno jako modulární systém, aby byla zajištěna snadná rozšiřitelnost o další terče.



Obrázek 1: Blokové schéma střelnice

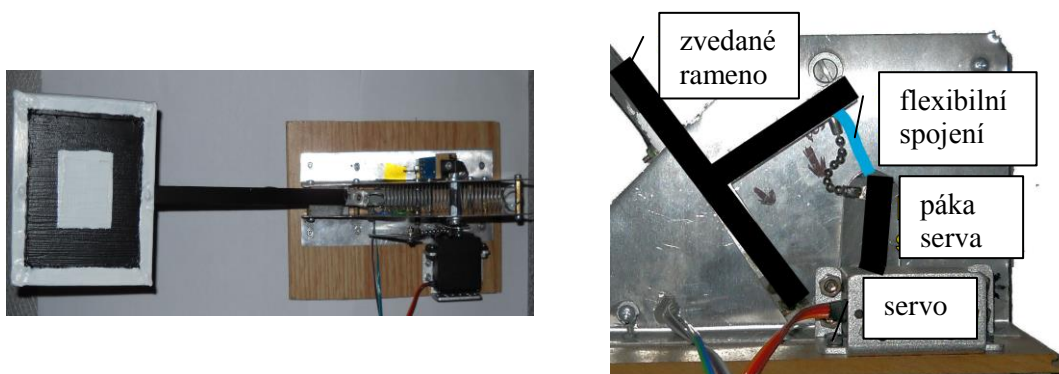
2. NAVRŽENÉ ŘEŠENÍ

Blokové schéma automatizované střelnice ukazuje Obrázek 1. Vlastní zařízení tvoří dřevěná konstrukce rozměru $1000 \times 650 \times 700$ mm o hmotnosti 9,5 kg při osazení pěti terči. Pro napájení jsou použity Li-Pol články v sériově–paralelním zapojení, tvořící dva samostatné zdroje. Jeden 7,4 V, 4 Ah je použit pro napájení střelnice a druhý 6,3 V, 4 Ah pro napájení sběrnice. Zařízení podporuje až 10 terčů připojených ke třívodičové sběrnici (omezení počtu terčů je dáno délkou sběrnice a použitým zdrojem). Střelnice je navržena pro střelbu ze vzdálenosti 4–6 m vzduchovou pistolí s kinetickou energií 2–3 J a střelbu ocelovými kuličkami průměru 4,5 mm a hmotnosti 0,31 g. Zabudovaný ultrazvukový měřič vzdálenosti postavení střelce má dosah až 6,5 m. Prezentované zařízení obsahuje dva základní režimy chování a podporuje střelbu až 4 střelců. V prvním režimu střelec sestřeluje vztyčené terče na čas, druhý režim náhodně zvedá jeden z terčů a střelec má limit 10 s pro jeho sestřelení.

3. MECHANICKÁ ČÁST

3.1. MECHANICKÁ KONSTRUKCE TERČE

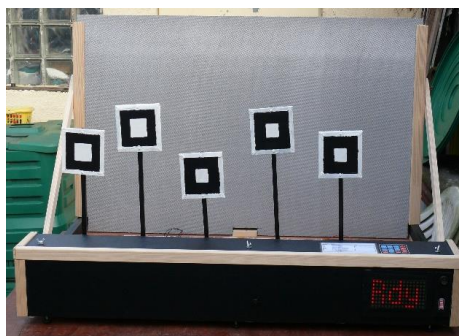
Samotný terč se skládá ze základny a zásahové plochy. Tato zásahová plocha je zvedána servomotorem, pomocí páky a flexibilního spojení. Pro výběr vhodného serva bylo třeba vypočítat potřebnou sílu pro zvednutí zásahové plochy. Zde byla aplikována *momentová věta* a použité servo bylo zvoleno tak, aby bylo schopno poskytnout při použité délce páky minimálně dvojnásobnou sílu než byla vypočtena. Celá konstrukce terče a detail zvedacího mechanismu je na obrázku 2.



Obrázek 2: Konstrukce terče a detail zvedacího mechanismu

3.2. MECHANICKÁ KONSTRUKCE STŘELNICE

Obrázek 3 ukazuje mechanickou konstrukci střelnice, která obsahuje 5 připojených terčů se středy různé velikosti. Konstrukce je vytvořena ze dřeva a laminátových desek plovoucí podlahy. Zadní stěna z tvrzeného polystyrenu působí jako ochrana proti odrazu projektilů zpět ke střelci.



Obrázek 3: Mechanická konstrukce celé střelnice

4. ŘÍDICÍ SYSTÉM

Inteligentní terče a samotná střelnice je založena na modulech Arduino [1]. Z centrální jednotky terče je vyvedena třívodičová sběrnice v TTL úrovních pro komunikaci s terči. Komunikace je založena na jednoduchém protokolu typu dotaz a odpověď, přenosová rychlost je zvolena na 19200 Bd. Komunikační moduly jsou inspirovány stavebnicí Bioloid a servy Dynamixel [2]. Pro naprogramování firmware bylo použito jazyka Arduino C++.

4.1. INTELIGENTNÍ TERČ

K řídicí jednotce Arduino Mini jsou připojeny moduly pro komunikaci po sběrnici, optická závora pro detekci polohy zásahové plochy, monostabilní klopný obvod pro prodloužení signálu zásahu do středu a samotné servo pro vlastní zvedání a shazování terče.

4.2. STŘELNICE

Arduino MEGA tvoří řídicí jednotku střelnice. Zabezpečuje základní funkce celého zařízení a interakci s uživatelem. Kromě komunikace a řízení sběrnice, se jedná zejména o obsluhu uživatelského rozhraní (systémový displej a klávesnice). Mezi další funkce patří hlídání stavu zdroje, měření vzdálenosti pomocí ultrazvukového dálkoměru a samozřejmě i řízení vlastního průběhu nácviku střelby.

5. ŘEŠENÍ NĚKTERÝCH PROBLÉMŮ

5.1. ROZKMITÁNÍ ZÁSAHOVÉ PLOCHY PO ZVEDNUTÍ

Ve finální fázi testování se projevil problém s rozkmitáním zásahové plochy po jejím zvednutí a také k občasnému položení terče odražením od distančního sloupku. Jako řešení byla vytvořena jednoduchá magnetická brzda složená ze dvou magnetů na sebe položených, čímž došlo k výraznému omezení těchto kmitů.

5.2. NESPOLEHLIVÁ KOMUNIKACE

Vzhledem k použité jednosměrné komunikaci, docházelo ke ztrátě zaslaných příkazů z řídicí jednotky terče. Po provedení výpočtu doby trvání odeslání paketu, mohlo být upraveno časování pro přepínání komunikačních jednotek mezi příjmem a vysíláním, čímž se dosáhlo stabilní a bezchybné komunikace. Nejdelší doba pro odeslání datového paketu činí 16ms.

6. ZÁVĚR

Vytvořená automatizovaná střelnice byla sestavena a otestována v praktickém provozu a splnila všechny požadavky, které byly stanoveny při jejím návrhu. Důraz byl zejména kladen na bezpečnost používání a obsluhy. Tato práce mi poskytla cenné zkušenosti, zejména propojením jednotlivých oblastí (3D modelování, mechanika, fyzika, elektronika, programování) při řešení komplexního praktického problému. Rozšíření tohoto projektu je možné v několika směrech. Jednou cestou může být zvýšení počtu variant nácviku střelby a jako další směr pro vylepšení může být vytvoření uživatelské rozhraní pro ovládání pomocí aplikace z mobilního telefonu.

REFERENCE

- [1] Web Arduino. In: *HomePage: Arduino* [online]. 2014 [cit. 2015-02-06]. Dostupné z: <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>
- [2] Web Robotis. In: *Support: Robotis* [online]. 2014 [cit. 2015-02-06]. Dostupné z: http://support.robotis.com/en/product/dynamixel/dxl_ax_main.htm